

⑱公開特許公報(A) 平3-196583

⑲Int.Cl.⁵H 01 L 35/32
G 01 J 1/02
5/02

識別記号

府内整理番号

⑳公開 平成3年(1991)8月28日

A 7210-5F
C 9014-2G
B 8909-2G

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全5頁)

㉑発明の名称 縱型シリコンサーモバイル及びその製造方法

㉒特 願 平1-72899

㉓出 願 平1(1989)3月24日

㉔発明者 坂本 光 神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社
第1技術研究所内

㉔発明者 川崎 篤 神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社
第1技術研究所内

㉔発明者 金沢 智志 神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社
第1技術研究所内

㉔発明者 桜井 昇一 神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社
第1技術研究所内

㉔出願人 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号

㉔代理人 弁理士 青柳 稔

最終頁に続く

明細書

1. 発明の名称

縩型シリコンサーモバイル及びその
製造方法

板に達する穴をあけ、該穴にp型シリコン層を成長または堆積させる工程と、

p型基板の穴に成長または堆積したn型シリコン層の周囲に穴をあけてその穴に絶縁層を成長または堆積させ、またn型基板の穴に成長または堆積したp型シリコン層の周囲に穴をあけてその穴に絶縁層を成長または堆積させる工程と、

こうしてできた、貼り合わされたp型基板とn型基板を貫通し絶縁層で相互に絶縁されたp型層とn型層の端面を金属層で接続して全体をジグザグ状の直列接続体にする工程と、

温接点となる側の面上には絶縁膜を介して電磁波吸収体層を被着したことを特徴とする縩型シリコンサーモバイル。

2. 特許請求の範囲

1. 単結晶シリコン基板内にその厚さ方向に複数個のp型層とn型層とこれらを絶縁する絶縁層を形成し、

これらp型層とn型層の各端面を基板表、裏面に被着した金属層により接続して全体をジグザグ状の直列接続体とし、

温接点となる側の面上には絶縁膜を介して電磁波吸収体層を被着したことを特徴とする縩型シリコンサーモバイル。

2. p型単結晶シリコン基板とn型単結晶シリコン基板それらの表面の絶縁膜で貼り合わせる工程と、

貼り合わされたp型基板に、n型基板に達する穴をあけ、該穴にn型シリコン層を成長または堆積させ、また貼り合わされたn型基板に、p型基

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、赤外線などのセンサに利用できる、シリコン単結晶を使用したサーモバイルとその製造方法に関する。

(従来の技術)

単結晶シリコンを用いたサーモバイルとしては、 p 型シリコンストリップとアルミニウムを用いたものが報告されている (G.D.NIEVELD, Thermopiles Fabricated using Silicon Planar Technology, Sensors and Actuators, 3, (1982/83) 179-183)。

このサーモバイルは、 n 型シリコン単結晶内に形成された $10 (\mu m) \times 1.5 (\mu m)$ (マスク寸法) の形状を持つ p 型シリコンストリップと、その上部に形成されたシリコン酸化膜で該ストリップと絶縁されたアルミニウムストリップとを直列に接続してなる熱電対を多数用いた構造である。比抵抗が $5 \times 10^{-3} (\Omega cm)$ のシリコンストリップを持つこのサーモバイルの熱起電力は、熱電対を 152 組直列に接続したもので $76 (mV/K)$ 得られ、内部抵抗値は $250 (k\Omega)$ である。

このように、サーモバイルの熱電対として p 型シリコンストリップとアルミニウムストリップを使用した場合、サーモバイルの出力である熱起電力への双方の材料の寄与を比較すると、 p 型単結晶シリコンのゼーベック係数は、そのドーピング

大きく、これを多数配設しても所要面積が大となる立体構造のサーモバイルを提供することを目的とするものである。

(課題を解決するための手段)

第1図に示すように本発明では、単結晶シリコン基板 10 内に多数の p 型層 21, 22, ……と n 型層 31, 32, ……と、これらを相互に絶縁する絶縁層 41 を形成する。これらの p 型層、 n 型層は単結晶シリコン、多結晶または非晶質シリコンのいずれでもよい。また絶縁層 41 は二酸化シリコン、ノンドープの多結晶シリコンなどでもよい。基板 10 の表面および裏面も絶縁層 42, 43 で被覆し、この絶縁層から露出する p 型層、 n 型層の両端面を金属層 51, 52, ……および 61, 62, ……で接続し、全体をジグザグ状の直列接続体にする。このジグザグ状直列接続体は X 方向に延び、かゝるもののが Y 方向に複数組あり、これらは全て直列に接続されて 1 つのサーモバイルを構成する。

p 型層と n 型層の一方の端面、例えば金属層 5

温度にも依存するが、その値はほぼ $450 \sim 1600 (\mu V/K)$ をとるのに対し、アルミニウムは $-1.7 (\mu V/K)$ 程度となり、熱電対の出力感度に対するアルミニウムの寄与は相対的に極めて小さい。従って、サーモバイルの出力を大きくするにはアルミニウムを大きなゼーベック係数をもつ別の材料に代える必要がある。

また従来のシリコン基板利用サーモバイルは平面型であり、多数の熱電対を平面上に並べそれを直列接続する型式をとっている。これでは 1 個のサーモバイルが占める面積を余り小さくすることはできず、例えば $4 (\mu m) \times 4 (\mu m)$ 程度の大きさになってしまう。撮像素子などでは解像度を上げるべく、素子の一層の微小化が望まれる。

(発明が解決しようとする課題)

このように、シリコン単結晶とアルミニウムの熱電対では、熱起電力が十分でない。また多数の熱電対を平面上に配設したサーモバイルでは、集積度向上が十分にはできない。

本発明はかかる点を改善し、熱電対の起電力が

1, 52, ……で接続された端面が温接点側、他方の端面本例では金属層 61, 62, ……で接続された端面が冷接点側になる。この温接点側には図示しない絶縁層を介して電磁波吸収体 70 が形成される。

このサーモバイルは、 p 型シリコン基板と n 型シリコン基板を貼り合せ、その p 型基板に穴を開けて n 型シリコン層を成長または堆積させまた n 型基板に穴を開けて p 型シリコン層を成長または堆積させ、これらのシリコン成長または堆積層の周囲に穴を開けてその穴に絶縁層を成長または堆積させ、こうして p , n シリコン基板を貫通する p 型層 21, 22, ……及び n 型層 31, 32, ……を作り、これらの端面に金属層 51, 52, …… 61, 62, ……を被着し、温接点側には絶縁層を介して電磁波吸収体 70 を取付ける、という要領で作ることができる。

(作用)

このサーモバイルでは電磁波吸収体 70 に入射した電磁波により該吸収体の温度が上昇（降温）

し、この近傍にある熱電対の温接点の温度が冷接点側よりも上昇（降温）する。これにより、熱電対の温接点と冷接点の間に温度差が生じて、ゼーベック効果により熱起電力が発生する。電磁波は例えば赤外線であるが、電磁波吸収体19に吸収されて熱になるものであれば何でもよく、全波長帯域型である。 p 型層21, 22, ……, n 型層31, 32, ……はシリコンであるからゼーベック係数が大きく、これらで構成される熱電対の熱起電力は大きい。サーモバイルは、かゝる熱電対の複数個を直列に接続して構成するので、その総熱起電力は各々の熱電対が発生する熱起電力の総和となる。

またこのサーモバイルはその構成要素である熱電対の素子21と31, 22と32, ……が基板10の厚み方向に伸びており、温接点群の下方にこれらの素子が埋まっている形になっている。従って集積度が高く、温接点の周囲に非感光領域がないので、微小ピクセルを1次元または2次元に多数配設した構造の撮像素子を容易に構成できる。

である。

第2図にこのサーモバイルの製造工程を示す。先ず(1)に示すように p 型単結晶シリコン基板11と n 型単結晶シリコン基板12を用意し、熱酸化により表面に二酸化シリコン膜13, 14を形成する。

次に(2)に示すように、これらの基板11と12を貼り合わせる。この貼り合わせは、酸化膜13, 14を純水でぬらしたのち重ね合せ、200°Cでベーキングした後、800~1000°Cの温度で30~60分間熱処理することにより行なうことができる。

次に(3)に示すように、 p 型基板11に n 型層31, 32, ……(以下30という)の断面に相当する穴を開ける。この穴は、貼り合せ部分の酸化膜13, 14を貫いて、 n 基板12が露出するまであける。然るのちCVD法などで n 型シリコン層を成長または堆積させ、上記穴をシリコン層で埋める。12aはこの穴に成長または堆積した n 型シリコン層を示し、これは単結晶、多結晶または非晶質(アモルファス)である。熱電対の熱起電力

このサーモバイルでは異種金属(p , n 型層)を直接接続しないで、金属層51, 52, ……61, 62, ……を介して接続する。温接点側の温度はどこも等温と見做せるので、中間金属の法則が適用され、金属層51, ……は熱電対の起電力には影響を及ぼさない。

このサーモバイルはトランジスタ製造工程を応用して製作することができ、製造は容易である。

(実施例)

このサーモバイルの具体例を示すと、 p 型層21, 22, ……のサイズはX方向で25(μm)、Y方向で25(μm)、Z方向で500(μm)であり、 n 型層31, 32, ……のサイズはX方向で25(μm)、Y方向で25(μm)、Z方向で500(μm)である。 p 型層と n 型層の各1つで構成される熱電対の個数は50個であり、 p 型層、 n 型層が共に多結晶シリコンのとき1[K]の温度差で25mVの熱起電力を生じる。このサーモバイル全体の大きさはX方向で475(μm)、Y方向で475(μm)、Z方向で約500(μm)

は単結晶の方が高いので、単結晶シリコンが成長するように工程を管理するのがよい。穴の周囲の p 基板上にも n 型シリコンが成長または堆積するが、これはエッティングなどにより除去する(他も同様)。

次は(4)に示すように n 基板12に p 型層21, 22, ……(以下20という)の断面に相当する穴を開け、この穴に p 型シリコン11aを成長または堆積させる。これも単結晶、多結晶、または非晶質であるが、単結晶が成長するようになるのが好ましい。こうして(5)に示すように、貼り合された p 型基板11と n 型基板12を貫通し、交互に並ぶ p 型層20と n 型層30ができる。

次は p 型基板11の n 型層の周囲に溝を作り、この溝にCVD法などにより絶縁層(二酸化シリコンなど)41aを成長または堆積させる。(6)に示すように n 型基板12側の p 型層の周囲にも溝を作り、この溝に絶縁層(二酸化シリコンなど)41bを成長または堆積させる。

次は(8)に示すようにアルミニウムなどの金属の

蒸着、そのバーニングを行なって、金属層 50, 60 を形成する。これで第1図に示すサーモバイルができる。なお表面の絶縁膜などは適宜形成したままである。

次は(9)に示すように電磁波吸収体 70 を温接点側に取付けるが、これは絶縁層 71 の形成、金属（この場合は金 Au）の蒸着、そのバーニングを行なえばよい。.

p型基板 11 と n型基板 12 の厚さは 200 ~ 300 (μm)、であり、これらを合わせた p型層 20, n型層 30 の長さは 500 ~ 600 (μm) である。p/n型層の断面は 100 (μm) \times 100 (μm) 程度であり、これで 1 (mm^2) 内に収まるサーモバイルを作ることができる。

〔発明の効果〕

以上説明したように本発明によれば立体構造のサーモバイルを提供でき、解像度の高い1次元または2次元センサの提供に有効である。

4. 図面の簡単な説明

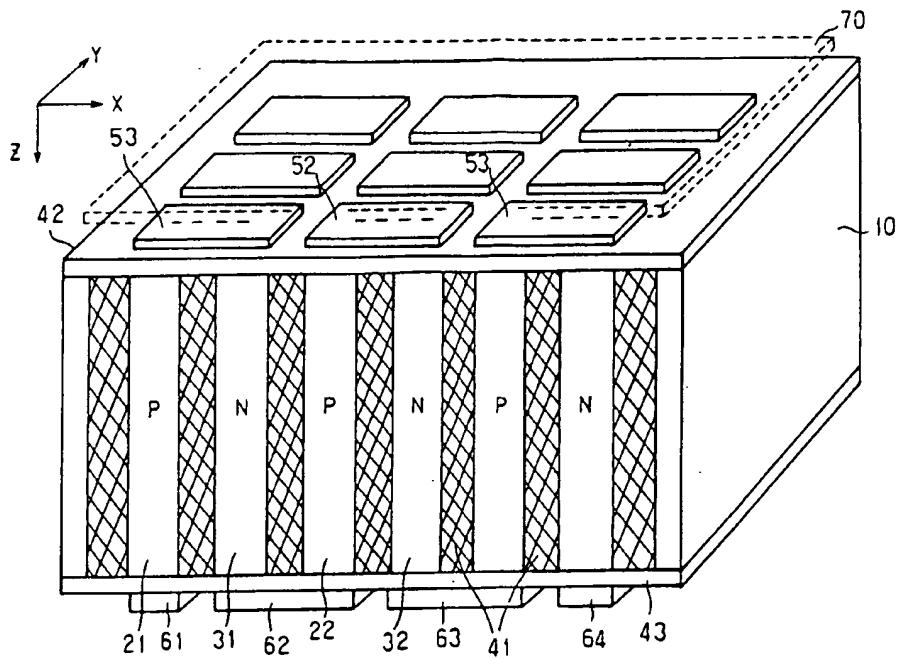
第1図は本発明のサーモバイルの説明図、

第2図は本発明のサーモバイルの製造工程を示す説明図である。

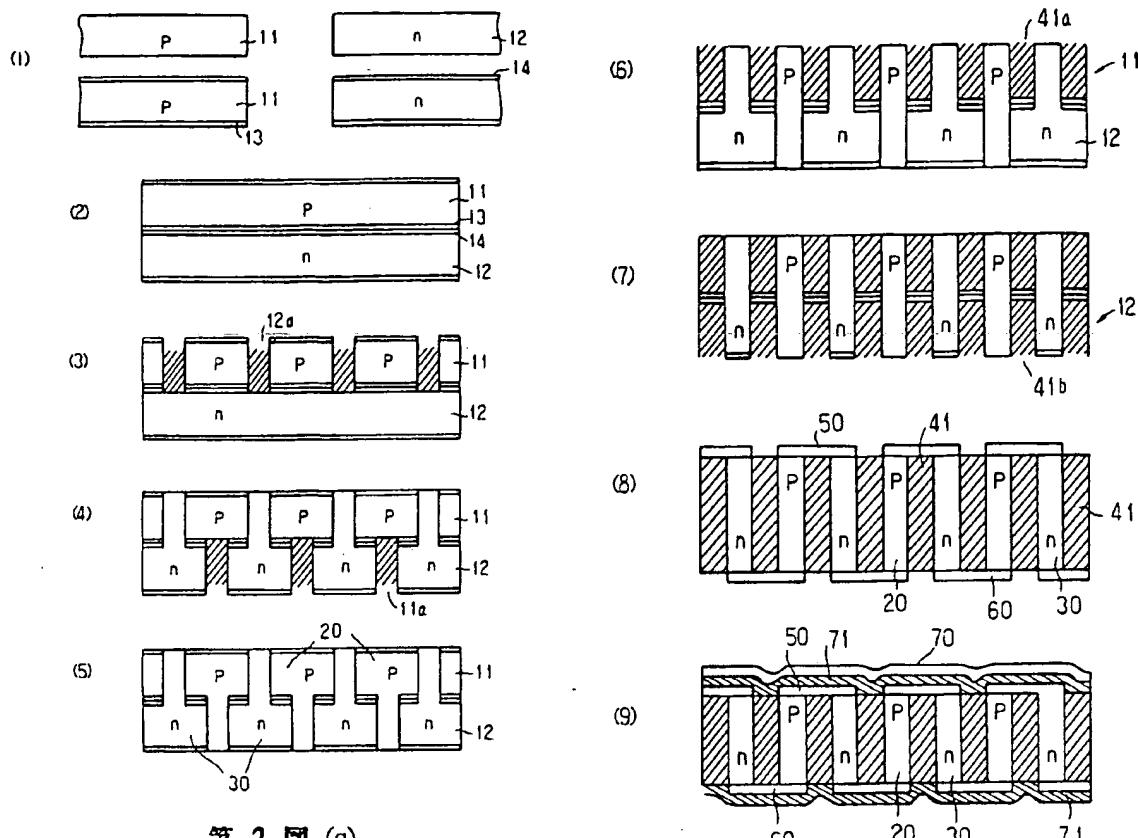
第1図で 21, 22 は p型層、31, 32, …… は n型層、51, 52, ……, 61, 62, …… は金属層、70 は電磁波吸収体である。

出願人 新日本製鐵株式会社

代理人弁理士 青柳 肇



第1図



第2図(a)

第2図(b)

第1頁の続き

②発明者 橋口

原 神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社
第1技術研究所内